

# **FABRICAÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO SEM ADIÇÃO DE GORDURA E COM TEOR REDUZIDO DE SÓDIO - PARTE II**

TALITA Q. MENDES<sup>1</sup>; LEILA M. SPADOTI<sup>2</sup>; ARIENE G.F.VAN DENDER<sup>3</sup>; PATRÍCIA B. ZACARCHENCO<sup>4</sup>; RITA C.S.C. ORMENESE<sup>5</sup>; KATUMI YOTSUYANAGI<sup>6</sup>; MARCELO MORGANO<sup>7</sup>; FABIANA K.H.S. TRENTTO<sup>8</sup>

Nº10210

## **RESUMO**

As principais causas de doenças cardiovasculares são a obesidade e a hipertensão, as quais estão associadas, respectivamente, ao consumo elevado de gordura e de gordura e sódio. O requeijão cremoso é fonte de gordura e sódio. Em vista do alto consumo desse produto no Brasil e da demanda atual por alimentos saudáveis, a fabricação de um requeijão sem adição de gordura com teor reduzido de sódio (RSGTRS) poderia ser uma alternativa para atender as necessidades do mercado. O objetivo desse estudo foi otimizar o uso de sais emulsificantes (Joha S9+Joha B9 ou S9K ou B50) de modo a reduzir o teor de sódio em uma formulação de requeijão sem adição de gordura já desenvolvida no Ital. Nesse estudo, a gordura do requeijão foi substituída por concentrado protéico de soro e a redução de sódio foi obtida através da substituição parcial (40%) do cloreto de sódio por cloreto de potássio e pela substituição de parte do sal fundente tradicional (S9) a base de fosfato de sódio, por sais a base de sódio e/ou potássio e/ou cálcio (B9, S9K ou B50 - contendo menos sódio que S9). Para atingir esse objetivo, um delineamento fatorial 2<sup>2</sup> com 2 fatores (S9 e B9, S9K ou B50) e 2 níveis (+1, -1) foi utilizado, resultando em 11 processamentos/por mistura de sais emulsificantes. A otimização das formulações de RSGTRS foi baseada em parâmetros físico-químicos e sensoriais. Entre as combinações testadas neste estudo, os melhores requeijões foram RA6 (0,8% B9 e 1,2% S9), RB4 (0,8% S9K e 1,0% S9) e RC5 (1,2% B50 e 1,0% S9).

1. Bolsista CNPq: Graduação em Nutrição, UNIP, Campinas-SP, e-mail: talitaqm\_nutri@yahoo.com.br

2. Orientadora: Pesquisadora, TECNOLAT/ITAL, Campinas-SP

3. Co-Orientadora: Pesquisadora, TECNOLAT/ITAL, Campinas-SP

4 e 8. Colaboradores: Pesquisadoras TECNOLAT/ITAL, Campinas-SP.

5, 6 7. Colaboradores: Pesquisadores CCQA/ITAL, Campinas-SP

## ABSTRACT

The main causes of cardiovascular diseases are obesity and hypertension, both of which are associated with high fat intake and high fat & sodium intake, respectively. *Requeijão cremoso* is a source of fat and sodium. In view of the high consumption of this cheese in Brazil, and the current demand for healthier foods, no-fat added reduced-sodium *requeijão* (NFARSR) would be an alternative to meet the needs of the changing market. The objective of this study was to optimize the use of emulsifying salts (Joha S9+Joha B9 or S9K or B50) so as to reduce the level of sodium of an existing no-fat added *requeijão* formulation developed earlier at ITAL. In this study, the fat in *requeijão* was replaced by whey protein concentrate, while sodium reduction was achieved by partially (40%) substituting potassium chloride for sodium chloride and by replacing part of the traditional sodium phosphate-based emulsifying salt (S9) by a sodium-and/or-potassium-and/or calcium based emulsifying salt (B9, S9K or B50) containing less sodium compared to S9. To this purpose, a  $2^2$  factorial design with two factors (S9 and B9 or S9K or B50) and two levels (+1, -1) was used, resulting in 11 experimental trials/ combination of emulsifying salts. The optimization of the formulations of NFARSR was based on physical-chemical and sensory parameters. Of all combinations tested for the purpose of this study, the formulations *requeijão* RA6 (0.8% B9 and 1.2% S9), RB4 (0.8% S9K and 1.0% S9) and R5 (1.2% B50 and 1.0% S9) would provide the best finished products.

## INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares representam a principal causa de mortalidade no Brasil e no mundo, sendo que, dentre estas doenças, as mais importantes podem ser associadas a dietas ricas em gordura e em sódio. O requeijão cremoso é um produto típico do Brasil, ocupando importante lugar no consumo de lácteos, motivo pelo qual tem se tornado um dos focos das pesquisas de desenvolvimento de produtos funcionais. Porém, como a maioria dos queijos, é fonte de gordura e sódio. Uma alternativa para atender às necessidades atuais do mercado consumidor, cada vez mais preocupado com a manutenção da saúde, seria a produção de um RSGTRS. A gordura do requeijão pode ser substituída por concentrado de proteína de soro e a redução do teor de sódio pode ser feita pela substituição parcial do cloreto de sódio pelo cloreto de potássio e pela substituição de parte do sal fundente tradicional, à base de fosfato de sódio, por sais à base de fosfato de sódio e/ou de potássio e/ou de cálcio. O objetivo deste trabalho consistiu em otimizar três misturas de sais fundentes, respectivamente, mistura A (sais Joha S9 e Joha B50), mistura B (sais Joha S9 e Joha

S9K) e mistura C (sais Joha S9 e Joha B50), as quais proporcionassem a redução do teor de sódio em requeijão sem adição de gordura (RZC) já desenvolvido no Tecnolati-ITAL, avaliando os produtos quanto às características físico-químicas e sensoriais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Fabricação dos requeijões

Para otimizar a combinação de sais emulsificantes Joha S9 e Joha B9 (mistura A); Joha S9 e Joha S9K (Mistura B) e Joha S9 e Joha B50 (Mistura C), delineamentos fatoriais do tipo  $2^2$  com 2 fatores (S9 e B9, S9K ou B50) e 2 níveis (+1, -1) foram utilizados, resultando em 11 experimentos para cada mistura (**TABELA 1**).

Os RSGTRS foram elaborados de acordo com metodologia adaptada de Bosi (2008). Esta adaptação consistiu na realização de duas substituições: a) 40% do sal comum (NaCl) por cloreto de potássio (KCl), utilizando sal *light*, e b) parte do sal fundente tradicionalmente utilizado na elaboração de requeijão (Joha S9, a base de fosfatos de sódio) pelo uso de misturas de sal fundente tradicional (S9) com sal Joha B9 ou S9K ou B50 (sais compostos de fosfato de sódio e/ou de potássio e/ou de cálcio, os quais possuem menor teor de sódio que S9). As porcentagens em que os sais foram usados nas formulações de requeijão encontram-se na **TABELA 1**.

**TABELA 1.** Delineamento experimental fatorial de 2 níveis para as variáveis independentes Joha S9 e Joha B9 ou Joha S9K ou Joha B50.

Ensaio	Código Requeijão	Variáveis Codificadas		Variáveis Reais		Soma
		S9	B9 ou S9K ou B50	S9 (%)	B9 ou S9K ou B50 (%)	S9 + B9 ou S9K ou B50 (%)
1	R1	-1	-1	0,8	0,8	1,6
2	R2	-1	0	0,8	1	1,8
3	R3	-1	1	0,8	1,2	2
4	R4	0	-1	1	0,8	1,8
5	R5	0	1	1	1,2	2,2
6	R6	1	-1	1,2	0,8	2
7	R7	1	0	1,2	1	2,2
8	R8	1	1	1,2	1,2	2,4
9	R9	0	0	1	1	2
10	R10	0	0	1	1	2
11	R11	0	0	1	1	2

## **Determinações Analíticas**

As 11 formulações obtidas a partir da mistura A, bem como as 11 obtidas a partir da B e as 11 da C, foram avaliadas quanto às características físico-químicas e sensoriais.

As análises físico-químicas dos requeijões RA, RB e RC foram realizadas após 1-3 dias de fabricação, utilizando metodologias oficiais: IAL (2005) (pH); AOAC (1997) (gordura - G), IDF(1982) (extrato seco total-EST), Horwitz (2005) (cinzas) e Horwitz e Latimer Jr. (2006) (teor de sódio - Na). O teor de GES foi calculado pela fórmula  $GES = \%G \times 100 / \% EST$ .

As avaliações sensoriais dos requeijões RA, RB e RC foram realizadas com 51 consumidores de requeijão, sendo as amostras avaliadas quanto à aceitação do produto de modo global, consistência, espalhabilidade e sabor, através de escala hedônica de nove pontos (9: gostei extremamente; 5: não gostei nem desgostei; 1: desgostei extremamente) (MEILGAARD, 2006).

Os resultados obtidos nas avaliações físico-químicas e sensoriais foram avaliados estatisticamente por meio de Análise de Variância (ANOVA) e do teste de Tukey ao nível de erro de 5%, para comparação das médias (STATISTICA, 1995). Os dados obtidos foram analisados e tratados pela Metodologia de Superfície de Resposta, que indicou a melhor formulação utilizando a Mistura A, a melhor usando a B e a melhor usando a C, com base nas características consideradas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Avaliações físico-químicas dos requeijões RA, RB e RC**

As **TABELAS 2, 3 e 4** apresentam as caracterizações físico-químicas dos RSGTRSs elaborados respectivamente com as misturas A, B e C, após 1 a 3 dias de fabricação. De modo geral, o valor de pH dos requeijões RA, RB e RC variou de 5,86 a 6,15 valores que se situam dentro dos limites indicados na literatura (5,4-6,2) (VANDENDER, 2006).

Os teores de gordura das amostras de requeijão RA variaram de 2,35% a 2,80%. Apesar de não ter havido adição de gordura (creme de leite), durante os processamentos, a massa utilizada apresentou teor de gordura de 3,98%. Este teor de gordura na massa foi resultante do fato do leite desnatado utilizado ter apresentado teor de gordura igual a 0,5% (valor máximo permitido pela legislação). Já os teores de gordura das amostras de requeijão RB variaram de 0,47 a 0,72% e as de requeijão RC de 0,22 a 0,58%, ou seja, foram inferiores aos observados para os requeijões RA. Isso ocorreu porque o teor de gordura presente nos leites utilizados nos processamentos B e C foram inferiores a 0,5%, resultando em uma massa mais magra.

Quanto aos teores de cinzas, observa-se que houve diferenças significativas entre as amostras de requeijão dos processamentos A, B e C. Isso ocorreu porque nas formulações foram utilizadas diferentes combinações de sais fundentes.

De acordo com a literatura (BOSI, 2008) o teor de sódio em um requeijão sem adição de gordura tradicional seria de aproximadamente 536mg/100g de amostra. Para que houvesse uma redução de no mínimo 25% no teor de sódio, os requeijões deveriam apresentar valores máximos de 402mg/100g. Assim, os requeijões RA5, RA8 e RC8 foram os únicos que não atingiram a meta de redução de sódio pretendida.

**TABELA 2.** Caracterização físico-química dos requeijões sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio elaborados com a mistura A de sais fundentes (RA1 a RA11).

	pH	EST (%)	G(%)	GES(%)	Cinzas (%)	Sódio (mg/100g)
RA1	6,00	24,03 ± 0,05 b	2,64 ± 0,00 b	10,97 ± 0,03 c	2,69 ± 0,02 cd	376,03 ± 30,32 a
RA2	5,95	24,33 ± 0,10 a	2,80 ± 0,01 a	11,51 ± 0,03 a	2,79 ± 0,01 ab	386,33 ± 6,17 a
RA3	6,02	23,06 ± 0,09 e	2,40 ± 0,01 f	10,41 ± 0,02 d	2,69 ± 0,00 d	396,14 ± 7,52 a
RA4	5,91	24,14 ± 0,02 b	2,47 ± 0,01 e	10,24 ± 0,06 e	2,73 ± 0,03 bcd	391,71 ± 15,51 a
RA5	6,04	23,56 ± 0,05 c	2,35 ± 0,01 g	9,99 ± 0,01 f	2,83 ± 0,02 a	409,47 ± 5,04 a
RA6	5,97	23,06 ± 0,06 e	2,40 ± 0,01 f	10,42 ± 0,03 d	2,78 ± 0,02 ab	402,52 ± 5,46 a
RA7	6,02	23,57 ± 0,02 c	2,65 ± 0,01 b	11,25 ± 0,02 b	2,78 ± 0,06 ab	391,39 ± 83,16 a
RA8	6,15	22,21 ± 0,05 f	2,54 ± 0,01 d	11,44 ± 0,05 a	2,76 ± 0,01 abc	422,64 ± 16,42 a
RA9/10						
/11	6,08	23,23 ± 0,01 d	2,56 ± 0,00 c	11,03 ± 0,01 c	2,73 ± 0,01 bcd	383,82 ± 21,44 a

Amostras (média ± desvio padrão) seguidas de mesmas letras na coluna não diferem ao nível de 5%.

**TABELA 3.** Caracterização físico-química dos requeijões sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio elaborados com a mistura B de sais fundentes (RB1 a RB11).

	pH	EST (%)	G(%)	GES(%)	Cinzas (%)	Sódio (mg/100g)
RB1	5,91	24.20 ± 0.12 a	0.55 ± 0.04 b	2.28 ± 0.19 bc	2.89 ± 0.10 bc	301.78 ± 11.05 bc
RB2	5,89	23.44 ± 0.29 bc	0.69 ± 0.01 a	2.95 ± 0.03 a	2.97 ± 0.01 b	291.77 ± 9.63 c
RB3	5,94	23.44 ± 0.11 bc	0.50 ± 0.04 b	2.11 ± 0.16 bc	2.73 ± 0.02 de	299.72 ± 11.09 c
RB4	5,86	24.43 ± 0.15 a	0.72 ± 0.08 a	2.96 ± 0.32 a	3.09 ± 0.01 a	332.11 ± 12.89 ab
RB5	5,93	23.67 ± 0.20 bc	0.47 ± 0.01 b	1.96 ± 0.03 c	2.84 ± 0.01 cd	312.42 ± 10.68 bc
RB6	5,88	23.28 ± 0.13 bcd	0.47 ± 0.02 b	2.02 ± 0.11 bc	2.65 ± 0.03 e	349.72 ± 23.74 a
RB7	5,97	23.14 ± 0.14 cd	0.56 ± 0.01 b	2.40 ± 0.02 b	2.86 ± 0.02 bc	357.00 ± 13.80 a
RB8	5,99	22.77 ± 0.15 d	0.51 ± 0.02 b	2.23 ± 0.08 bc	2.95 ± 0.03 bc	344.49 ± 9.11 a
RB9/10/11						
	5,92	23.76 ± 0.28 b	0.53 ± 0.01 b	2.24 ± 0.05 bc	2.89 ± 0.05 bc	312.27 ± 8.13 bc

Amostras (média ± desvio padrão) seguidas de mesmas letras na coluna não diferem ao nível de 5%.

**TABELA 4.** Caracterização físico-química dos requeijões sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio elaborados com a mistura C de sais fundentes (RC1 a RC11).

	pH	EST (%)	G(%)	GES(%)	Cinzas (%)	Sódio (mg/100g)
RC1	6,00	23.81 ± 0.08 abc	0.24 ± 0.01 d	1.02 ± 0.05 e	2.63 ± 0.05 cd	341.33 ± 7.95 c
RC2	6,07	22.65 ± 0.40 abc	0.38 ± 0.01 c	1.70 ± 0.04 cd	2.53 ± 0.01 d	333.73 ± 5.96 c
RC3	6,12	22.08 ± 0.08 bc	0.41 ± 0.00 bc	1.86 ± 0.01 bc	2.62 ± 0.08 cd	332.26 ± 17.61 c
RC4	6,04	23.14 ± 0.05 abc	0.24 ± 0.02 d	1.05 ± 0.09 e	2.67 ± 0.08 cd	357.72 ± 6.47 abc
RC5	6,12	21.94 ± 2.31 c	0.22 ± 0.01 d	1.02 ± 0.14 e	2.67 ± 0.03 cd	362.85 ± 10.58 abc
RC6	6,07	22.21 ± 0.07 abc	0.46 ± 0.01 b	2.08 ± 0.04 b	2.75 ± 0.02 bc	359.03 ± 4.40 abc
RC7	6,07	24.34 ± 0.24 a	0.58 ± 0.01 a	2.38 ± 0.04 a	2.90 ± 0.02 b	376.03 ± 29.50 ab
RC8	6,13	24.47 ± 0.10 a	0.25 ± 0.01 d	1.04 ± 0.05 e	3.13 ± 0.01 a	406.47 ± 8.86 a
RC9/ 10/11	6,08	24.21 ± 0.11 ab	0.38 ± 0.04 c	1.57 ± 0.17 d	2.89 ± 0.09 b	376.27 ± 7.65 ab

Amostras (média ± desvio padrão) seguidas de mesmas letras na coluna não diferem ao nível de 5%.

#### **Avaliação sensorial dos requeijões RA, RB e RC.**

Os resultados da avaliação sensorial das amostras dos requeijões RA, RB e RC, com 1 a 3 dias de fabricação, encontram-se respectivamente nas **TABELAS 5, 6 e 7**.

Quanto aos requeijões RA, observa-se que, de modo geral, em termos de consistência, sabor e modo global, a única amostra que diferiu significativamente das demais foi a RA1. Os provadores atribuíram menor pontuação para esse requeijão por ele ser mais fluido.

**TABELA 5.** Resultados obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijões cremosos elaborados com a mistura A (RA1 a RA11).

Amostras	S9	B9	Modo Global:	Consistência (avaliada com a colher)	Espalhabilidade (espalhada com espátula no biscoito)	Sabor
RA1	0,8	0,8	6,1 ± 1,7 b	6,0 ± 2,0 b	6,5 v 1,7 d	6,0 ± 1,8 b
RA2	0,8	1	7,2 ± 1,2 a	7,5 ± 0,9 a	7,6 ± 0,9 abc	6,5 ± 1,5 ab
RA3	0,8	1,2	6,8 ± 1,4 ab	7,4 ± 1,3 a	7,4 ± 1,5 abc	6,5 ± 1,4 ab
RA4	1	0,8	7,2 ± 1,1 a	7,7 ± 0,9 a	7,5 ± 1,1 abc	6,7 ± 1,5 ab
RA5	1	1,2	6,8 ± 1,1 a	7,3 ± 1,3 a	6,9 ± 1,5 cd	6,5 ± 1,6 ab
RA6	1,2	0,8	7,1 ± 0,9 a	7,8 ± 0,8 a	7,7 ± 0,9 ab	6,9 ± 1,2 a
RA7	1,2	1	6,9 ± 1,0 a	7,3 ± 1,1 a	6,9 ± 1,4 bcd	6,8 ± 1,3 ab
RA8	1,2	1,2	6,9 ± 1,3 a	7,8 ± 0,9 a	7,8 ± 0,8 a	6,6 ± 1,6 ab
RA9;10 e 11	1	1	6,9 ± 0,9 a	7,6 ± 0,7 a	7,5 ± 0,6 abc	6,5 ± 1,2 ab
d.m.s.(5%)			0,74	0,84	0,84	0,85

d.m.s.: diferença mínima significativa do teste de Tukey ao nível de erro de 5% de probabilidade.

Amostras (média±desvio padrão) seguidas de mesmas letras na coluna não diferem ao nível de 5%.

Observa-se que os resultados obtidos para os requeijões RB foram semelhantes aos obtidos para os requeijões RA, onde a amostra 1 foi a menos pontuada em termos de

qualidade sensorial. No caso dos requeijões RC, as amostras que diferiram significativamente das demais, sensorialmente, foram RC1, RC2 e RC3. Os provadores atribuíram menor pontuação as mesmas por serem mais fluídas e com gosto ligeiramente amargo.

**TABELA 6.** Resultados obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijões cremosos elaborados com a mistura B (RB1 a RB11).

Amostras	S9	S9K	Modo Global:	Consistência (avaliada com a colher)	Espalhabilidade (espalhada com espátula no biscoito)	Sabor
RB1	0,8	0,8	4,8 ± 1,9 b	4,6 ± 1,9 b	5,4 ± 1,9 c	3,9 ± 2,1 c
RB2	0,8	1	5,6 ± 1,9 ab	4,9 ± 2,1 b	5,8 ± 1,9 bc	5,2 ± 2,2 ab
RB3	0,8	1,2	5,4 ± 2,2 ab	6,7 ± 1,5 a	6,9 ± 1,0 a	4,5 ± 2,1 ab
RB4	1	0,8	6,1 ± 1,8 a	7,0 ± 1,5 a	7,1 ± 1,2 a	5,4 ± 2,1 ab
RB5	1	1,2	6,4 ± 1,5 a	7,1 ± 1,3 a	7,0 ± 1,2 a	5,8 ± 2,0 a
RB6	1,2	0,8	6,0 ± 2,1 a	7,0 ± 1,5 a	7,2 ± 1,5 a	5,4 ± 2,3 ab
RB7	1,2	1	6,1 ± 1,8 a	6,7 ± 1,7 a	6,9 ± 1,7 a	5,6 ± 2,1 ab
RB8	1,2	1,2	6,1 ± 1,9 a	6,5 ± 1,7 a	6,7 ± 1,4 a	5,6 ± 2,0 ab
RB9;10 e 11	1	1	5,9 ± 1,2 ab	6,5 ± 1,2 a	6,6 ± 1,0 ab	5,3 ± 1,4 ab
d.m.s.(5%)			1,06	0,98	0,88	1,18

d.m.s.: diferença mínima significativa do teste de Tukey ao nível de erro de 5% de probabilidade.

Amostras (média±desvio padrão) seguidas de mesmas letras na coluna não diferem ao nível de 5%.

**TABELA 7.** Resultados obtidos na avaliação sensorial das amostras de requeijões cremosos elaborados com a mistura C (RC1 a RC11).

Amostras	S9	B50	Modo Global:	Consistência (avaliada com a colher)	Espalhabilidade (espalhada com espátula no biscoito)	Sabor
RC1	0,8	0,8	5,1 ± 2,0 bcd	4,6 ± 2,2 bc	5,3 ± 2,2 cd	4,5 ± 2,2 b
RC2	0,8	1	4,8 ± 2,0 d	3,7 ± 1,8 c	4,5 ± 2,0 d	4,5 ± 2,1 b
RC3	0,8	1,2	5,0 ± 2,2 cd	3,9 ± 2,1 c	4,9 ± 2,0 cd	4,9 ± 2,3 ab
RC4	1	0,8	5,9 ± 1,5 abc	5,0 ± 2,0 b	5,7 ± 1,9 bc	5,5 ± 2,0 ab
RC5	1	1,2	6,5 ± 1,8 a	7,1 ± 1,6 a	7,2 ± 1,4 a	5,7 ± 2,1 a
RC6	1,2	0,8	5,8 ± 1,7 abc	4,6 ± 2,1 bc	5,4 ± 2,1 cd	5,5 ± 2,1 ab
RC7	1,2	1	6,0 ± 1,9 ab	6,9 ± 2,0 a	7,0 ± 1,8 a	5,3 ± 2,2 ab
RC8	1,2	1,2	6,6 ± 1,8 a	6,7 ± 2,0 a	6,6 ± 1,8 ab	6,0 ± 2,1 a
RC9;10 e 11	1	1	6,5 ± 1,2 a	6,7 ± 1,0 a	7,1 ± 0,9 a	6,0 ± 1,4 a
d.m.s.(5%)			1,01	1,14	1,06	1,18

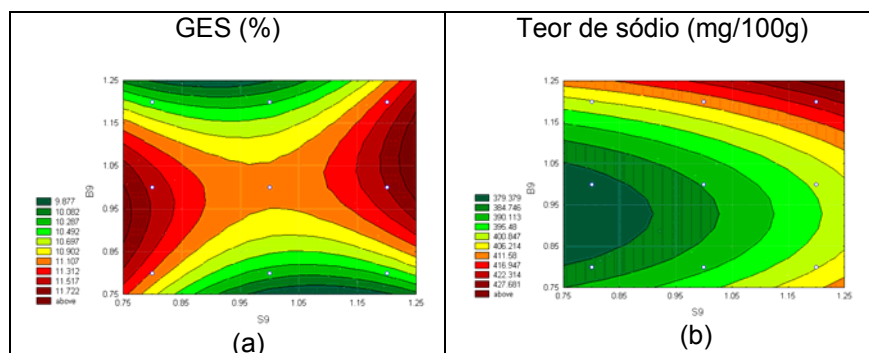
d.m.s.: diferença mínima significativa do teste de Tukey ao nível de erro de 5% de probabilidade.

Amostras (média ± desvio padrão) seguidas de mesmas letras na coluna não diferem ao nível de 5%.

### Otimização do uso das misturas A, B e C

Os resultados obtidos na avaliação físico-química (GES e teor de sódio) e sensorial (modo global, consistência, espalhabilidade e sabor) dos requeijões foram escolhidos para o processo de otimização do uso das misturas A, B e C.

No caso da mistura A, os resultados da avaliação sensorial resultaram em coeficientes de determinação  $R^2$  menores de 70%. Assim, os modelos de regressão para estes parâmetros não puderam ser utilizados para determinação da melhor formulação utilizando essa mistura de sais fundentes. Porém, os parâmetros de GES e teor de sódio apresentaram  $R^2 \geq 70\%$ , sendo estes dados utilizados para escolha da melhor formulação RA. As curvas de contorno desses parâmetros são apresentados, respectivamente, nas **FIGURAS 1a e 1b**.



**FIGURA 1:**Curvas de contorno dos parâmetros: (a) gordura no extrato seco (GES) e (b) teor de sódio; em função das diversas combinações de sais fundentes Joha B9 e Joha S9 usadas na fabricação de requeijões sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio com a mistura A.

Com relação aos teores de GES e de sódio, os teores desejáveis são os menores valores possíveis de serem obtidos, considerando-se que se deseja obter um produto com teores mínimos de gordura e sódio, desde que não comprometa sua qualidade.

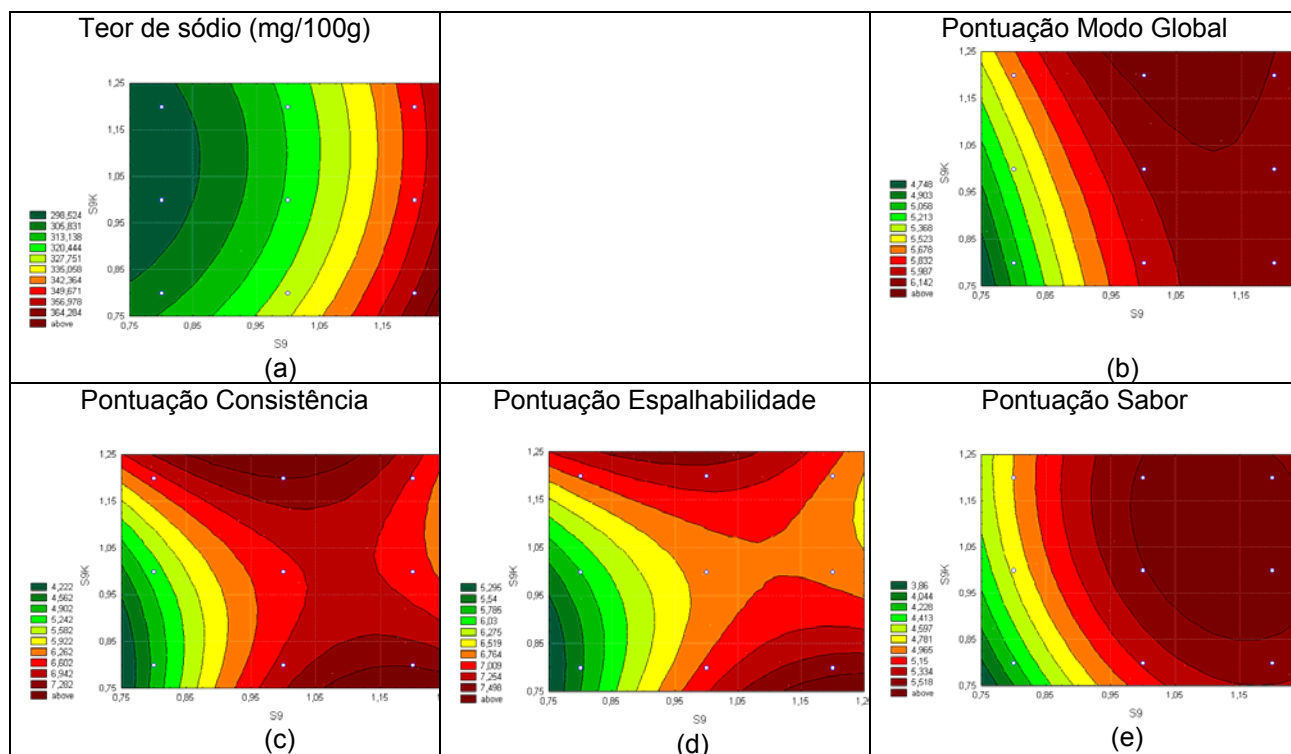
Os resultados observados na **FIGURA 1a** mostraram que os menores valores para GES foram obtidos com o uso das seguintes combinações: concentrações de B9 entre 1,20 e 1,25% e de S9 entre 0,80% e 1,05% ou de B9 entre 0,75% e 0,80% e de S9 entre 0,95% e 1,25%. Dentre as formulações RA, testadas neste projeto, enquadra-se nessas combinações os requeijões RA3, RA4, RA5 e RA6.

Para o parâmetro teor de sódio, as melhores combinações (**FIGURA 1b**) seriam: concentrações de B9 entre 0,75 e 1,10% e de S9 entre 0,75% e 1,20%. Dentre as formulações RA, testadas neste projeto, enquadra-se nessas combinações os requeijões RA1, RA2, RA4, RA6, RA7 e RA9-11.

Através da análise das **FIGURAS 1 a e 1 b**, bem como de informações obtidas nas fichas de avaliação sensorial, observou-se que a melhor formulação para RSGTRS utilizando a mistura A foi a do requeijão RA6 (1,2% de Joha S9 e 0,8% de Joha B9).

No caso da mistura B, os dados que resultaram em  $R^2$  maiores de 70% e que portanto puderam ser utilizados para determinação da melhor formulação utilizando a mistura de sais fundentes S9 e S9K foram: teor de sódio, avaliação modo global, consistência,

espalhabilidade e sabor. As curvas de contorno destes parâmetros são apresentados, respectivamente, nas **FIGURAS 2a, 2b, 2c, 2d e 2e**.



**Figura 2:**Curvas de contorno dos parâmetros: (a) teor de sódio; (b) aceitabilidade modo global; (c) consistência na colher; (d) espalhabilidade e (e) sabor, em função das diversas combinações de sais fundentes Joha S9K e Joha S9 usadas na fabricação de requeijões sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio com a mistura B.

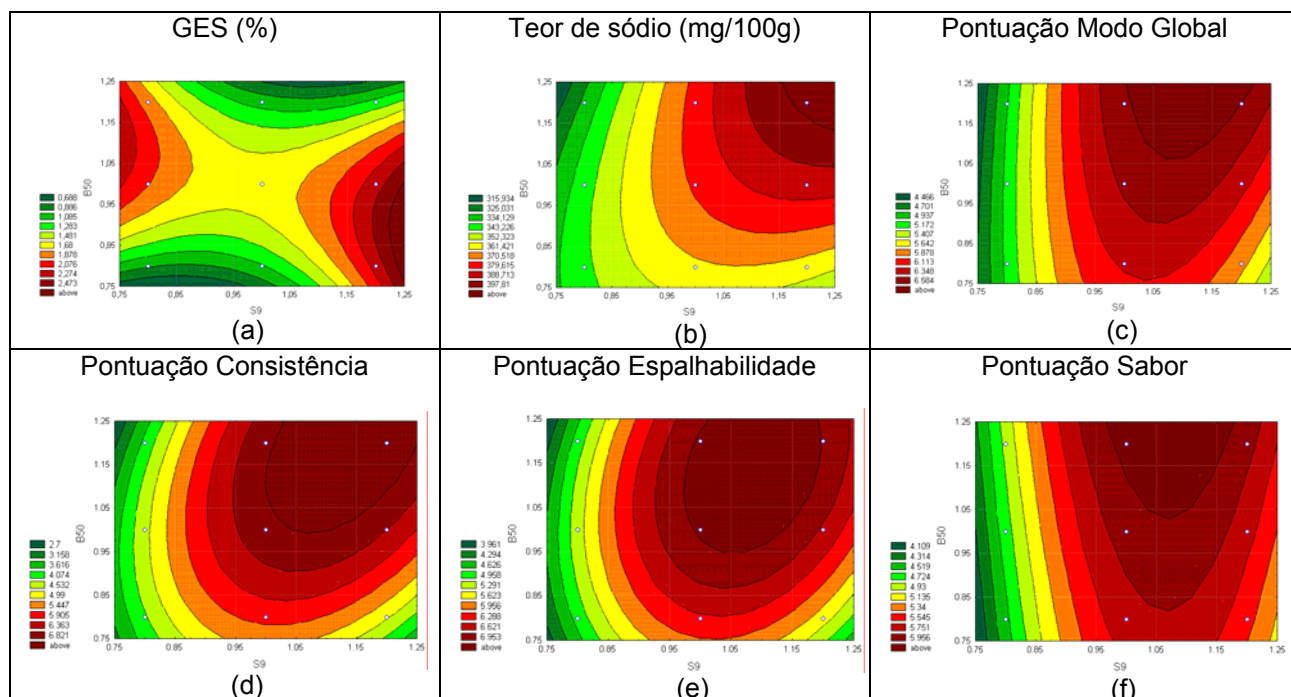
Com relação ao teor de sódio (**FIGURA 2a**), os resultados mostraram que os menores valores para esse atributo foram obtidos com o uso das seguintes combinações: concentrações de S9K entre 0,75 e 1,25% e de S9 entre 0,75% e 1,00%. Dentre as formulações RB, testadas neste projeto, enquadra-se nessas combinações os requeijões RB1, RB2, RB3, RB4, RB5 e RB9/10/11.

Enquanto que com relação ao sódio dá-se preferência aos requeijões com os menores teores possíveis, para os atributos de avaliação sensorial prefere-se os requeijões com pontuações elevadas. Assim, para os parâmetros aceitação modo global, consistência e sabor, as melhores combinações (com base nos resultados apresentados, respectivamente, nas **FIGURAS 1b, 1c e 1e**) foram: concentrações de S9K entre 0,75% e 1,25% e de S9 entre 1,00% e 1,25%. Dentre as formulações RB testadas, enquadra-se nessas combinações RB4, RB5, RB6, RB7, RB8 e RB9/10/11.

Para otimizar a formulação de RSGTRS utilizando a mistura B, com base nos parâmetros físico-químicos e nos sensoriais, o intervalo ideal de combinação dos sais fundentes S9K e S9 foi de: 0,75 a 1,25% de S9K e de 1,00% de S9. Nesse intervalo,

dentre as formulações desenvolvidas, as formulações RB4, RB5 e RB9-11 seriam as indicadas. Porém, dentre as três, a partir da análise dos comentários escritos nas fichas de avaliação sensorial, observou-se que a melhor formulação foi a RB4 (1,0% de Joha S9 e 0,8% de Joha S9K).

No caso da mistura C, os dados que resultaram em coeficientes de determinação  $R^2$  maiores de 70% e que puderam ser utilizados para determinação da melhor formulação utilizando a mistura de sais fundentes S9 e B50 foram: teor de GES, teor de sódio, avaliação modo global, consistência, espalhabilidade e sabor. As curvas de contorno destes parâmetros são apresentados, respectivamente, nas **FIGURAS 3a, 3b, 3c, 3d, 3e e 3f**.



**Figura 3:**Curvas de contorno dos parâmetros: (a) gordura no extrato seco (GES); (b) teor de sódio; (c) aceitabilidade modo global; (d) consistência na colher; (e) espalhabilidade e (f) sabor, em função das diversas combinações de sais fundentes JOHA B50 e JOHA S9 usadas na fabricação de requeijões sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio com a mistura C.

A análise da **FIGURA 3a** mostrou que os menores valores para teor de GES foram obtidos com o uso das combinações: concentrações de B50 entre 0,75 e 0,8% e de S9 entre 0,75% e 1% ou de B50 entre 1,15% e 1,25% e de S9 entre 0,95 e 1,15%, o que corresponde às formulações RC1, RC4 e RC5. Com relação ao sódio (**FIGURA 3b**), as combinações que se mostraram inviáveis foram: porcentagens de B50 entre 1,15 e 1,25 e de S9 entre 1,16 e 1,25%, caso da formulação RC8.

Os resultados apresentados na **FIGURA 3c** mostraram que as maiores pontuações para esse atributo são obtidas com o uso de combinações de concentrações de 1,00%

a 1,25% de B50 e de 0,95% a 1,2% de S9. Para os parâmetros espalhabilidade (**FIGURA 1e**) e sabor (**FIGURA 3f**) os resultados foram similares aos verificados para a aceitabilidade modo global. Com relação à consistência (**FIGURA 3d**), pontuações maiores estão associadas ao uso de combinações de 1,05% a 1,25% de B50 e de 0,95 a 1,25% de S9.

Para otimizar a formulação de RSGTRS, com base nos parâmetros físico-químicos (GES e teor de sódio) e nos sensoriais, o intervalo ideal de combinação dos sais fundentes B50 e S9 foi de 1,15 a 1,25% de B50 e de 0,95 a 1,15% de S9. Nesse intervalo, dentre as formulações desenvolvidas, a formulação RC5 (1,2% B50 e 1,0% S9) foi a que resultou no melhor produto final.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nas avaliações físico-químicas e sensoriais concluiu-se que: a) a melhor formulação de requeijão sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio elaborada com a mistura de sais fundentes Joha S9 e Joha B9 foi a RA6 (1,2% Joha S9 e 0,8% Joha B9); b) a melhor formulação de requeijão elaborada com a mistura de sais fundentes Joha S9 e Joha S9K foi a RB4 (1,0% Joha S9 e 0,8% Joha S9K) e c) a melhor formulação de requeijão elaborada com a mistura de sais fundentes Joha S9 e Joha B50 foi a RC5 (1,0% Joha S9 e 1,2% Joha B50).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16 ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC International, 1997. Vol. II.
- BOSI, M. G. **Desenvolvimento de processo de fabricação de requeijão light e de requeijão sem adição de gordura com fibra alimentar**. 2008. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18<sup>th</sup> ed., Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. cap. 50, met. 985.35 e 984.27, p. 15-18.
- HORWITZ, W.; LATIMER JR., G. (Eds.). **Official methods of analysis of the AOAC International**. 18<sup>th</sup> ed., Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. cap. 50, met. 985.35 e 984.27, p. 15-18. Current Through Revision 1, 2006.
- IAL-INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed., Brasília: MS, 2005, p. 104-105.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total solids content of cheese and processed cheese**. Brussels: FIL/IDF, 1982. (FIL-IDF, 4A).
- MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V., CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**, 3 edition, CRC Press, Inc.: Boca Raton, FL, 1999. 387p.
- VAN DENDER, F. G. A. Requeijão cremoso e outros queijos fundidos: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado. Fonte Comunicações e Editora, São Paulo, Brasil, 2006, 391p.